

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-240700  
(43)Date of publication of application : 11.09.1998

(51)Int.Cl. G06F 15/16  
G06F 3/153  
G06T 1/20  
G06T 11/00  
G06T 15/00  
G09G 5/36

(21)Application number : 09-045273  
(22)Date of filing : 28.02.1997

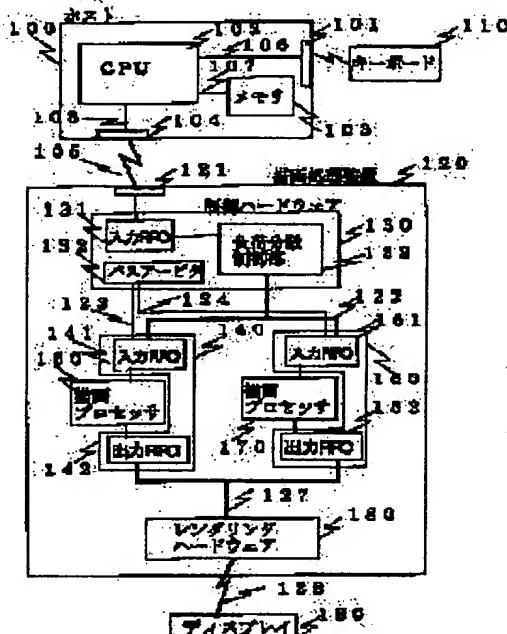
(71)Applicant : HITACHI LTD  
(72)Inventor : SUGITA YUMIKO  
KIMURA SHINJI  
GOTO MASAHIRO  
FUJII HIDEKI

## (54) GRAPHICS PARALLEL PROCESSOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To lighten weight of a load distribution means performed by private hardware and to execute an efficient load distribution processing by executing in parallel the load distribution means of two stages, which are divided into a host computer and a plotting processor.

**SOLUTION:** The load distribution processing is divided into two stages and they are executed in the host computer 100 and the plotting processor 120. Relating to the host computer 100, a three-dimensional graphics command is received from a three-dimensional graphics plotting program 210, a suitable distribution method is decided based on the character of the three-dimensional graphics command and information is added to the command. The command to which distribution information is added is transferred to the plotting processor 120 through a bus 105. Relating to the plotting processor 120, distribution information of the received command is identified and the optimum processors are selected from the operation situation and the designated distribution method of the processors, and they are distributed to input FIFOs 141 and 151 of the plotting processors 160 and 170.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平10-240700

(43)公開日 平成10年(1998)9月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
 G 0 6 F 15/16 3 8 0  
 3/153 3 3 3  
 G 0 6 T 1/20  
 11/00  
 15/00

F I  
 G 0 6 F 15/16 3 8 0 Z  
 3/153 3 3 3 A  
 G 0 9 G 5/36 5 3 0 C  
 G 0 6 F 15/66 K  
 15/72 A

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L (全12頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-45273

(22)出願日 平成9年(1997)2月28日

(71)出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
 (72)発明者 杉田 由美子  
 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株  
 式会社日立製作所システム開発研究所内  
 (72)発明者 木村 信二  
 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株  
 式会社日立製作所システム開発研究所内  
 (72)発明者 後藤 正宏  
 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株  
 式会社日立製作所大みか工場内  
 (74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

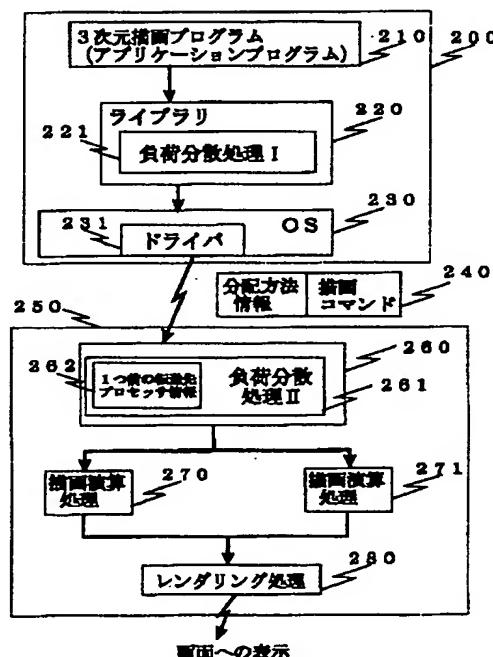
(54)【発明の名称】 グラフィックス並列処理装置

## (57)【要約】

【課題】本発明は、マルチプロセッサに3次元グラフィックスのコマンド列を分配する制御において、専用ハードウェアで行なう負荷分散制御の軽量化と、効率良い負荷分散処理を実現するものである。

【解決手段】3次元グラフィックス描画プログラムをマルチプロセッサ構成の描画処理装置で処理する際の負荷分散処理を、2段階に分けてホストコンピュータと描画処理装置とで行なう。ホストコンピュータで分散方法情報を選定し、描画処理装置に転送する描画コマンドに附加する。描画処理装置では低価格なハードウェアを用いて分配情報を元に最適なプロセッサを選択し分配を行なう。

図2



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ホストコンピュータとホストコンピュータにバス接続したマルチプロセッサ構成の描画処理装置とで構成し、グラフィックス描画処理を行なうグラフィックス並列処理装置であって、ホストコンピュータ側に、グラフィックスコマンドの性質に適した分配方法を選定する手段と、前記選定した分配方法に対応する転送先プロセッサの数と転送先プロセッサの切替えの有無の情報を含む情報をコマンドに付加して描画処理装置側の制御ハードウェアに転送する手段とを設け、描画処理装置の制御ハードウェア側に、前記コマンドに付加した分配方法情報を従って処理可能なプロセッサを選択し分配する手段を設け、前述の2段階の負荷分散手段を並列実行することを特徴とするグラフィックス並列処理装置。

【請求項2】ホストコンピュータとホストコンピュータにバス接続したマルチプロセッサ構成の描画処理装置とで構成し、グラフィックス描画処理を行なう請求項1記載のグラフィックス並列処理装置にあって、頂点列データを引数に持つ描画コマンドを複数のコマンドに分割する手段と、各描画プロセッサが持つ入力用の先入れ先出しバッファ（以後FIFOと称する）が受信可能な最大コマンド量を取得する手段とを有し、前記分割した複数のコマンドの分配において、前記入力FIFOの受信可能なコマンド量を用いて、任意のプロセッサへの切替えのタイミングをホストコンピュータ側からコマンドに付加して指示することを特徴とするグラフィックス並列処理装置。

【請求項3】ホストコンピュータとホストコンピュータにバス接続したマルチプロセッサ構成の描画処理装置とで構成し、グラフィックス描画処理の負荷分散において、各描画プロセッサが持つ入力FIFOの受信可能なコマンド量を用いて頂点列データを引数に持つ描画コマンドの分割と分配の制御を行なう請求項2のグラフィックス並列処理装置にあって、三角形の頂点列の組み合わせで面を描画するコマンドの場合、該コマンドに対して請求項3の2つのプロセッサでの切替えを行なう際に、分割した2つのプロセッサに共通な2頂点のデータを1つのコマンドとして、前記2つのプロセッサへの分配を指定してホストコンピュータ側から描画処理装置へ転送することを特徴とするグラフィックス並列処理装置。

【請求項4】ホストコンピュータとホストコンピュータにバス接続したマルチプロセッサ構成の描画処理装置とで構成し、グラフィックス描画処理を行なう請求項1記載のグラフィックス並列処理装置にあって、描画処理装置側の制御ハードウェアにおいて、コマンドに格納されている分配方法を識別する手段と、1つ前のコマンドを転送したプロセッサ情報を格納する手段と、現在転送可能なプロセッサ情報を識別する手段とを有し、前記識別手段で識別した分配方法と前記記憶した1つ前の転送プロセッサ情報と前記識別手段で識別した転送可能なプロ

セッサ情報を用いて最適な転送先プロセッサを選択することを特徴とするグラフィックス並列処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、並列実行可能な複数のプロセッサを備えた並列描画処理装置に係わり、特に高品位なグラフィックスをリアルタイムに表示するグラフィックスシステムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】コンピュータグラフィックスの応用分野がビジュアルシミュレーションやバーチャルリアリティ、ゲームなどの分野に広がるにつれて、表示性能に対する高速化の要求が高まってきている。特に3次元グラフィックスの分野にこの傾向が著しい。

【0003】従来、このような高速化の要求に答える技術としては、座標変換やクリッピングといった描画処理を専用プロセッサで処理することで解決してきた。特に高速性能が要求される分野では、特開平6-274608「マルチプロセッサ描画処理装置」に記載されているように、描画処理のための専用ハードウェアを複数のプロセッサで構成し、CPUから送られてきた3次元描画コマンドは受け取ったコマンドプロセッサが描画演算プロセッサのFIFOバッファに分配し、個々の描画演算プロセッサで並列に処理する方式が知られている。また、Computer Graphics (SIGGRAPH '93 Conference Proceedings), Vol. 27, pp 109~116や日経CG, No. 73, pp 143~153でも描画処理を並列に行なうグラフィックスシステムが記載されている。

【0004】3次元グラフィックスには高品質化も要求されており、その代表的な手法の1つになめらかで模様の付いた物体の描画がある。この物体の描画に良く使われる3次元グラフィックスの描画コマンドの1つとして、OpenGL Reference Manual、アジソン・ウェスレイ出版、P301に記載されているような、頂点座標の配列へのポインタを引数で指定するコマンドがある。前記コマンドは描く物体を構成する3次元面の頂点データ（3次元座標、法線ベクトル）の配列を引数とした可変長であり、描く対象図形の表面を滑らかに見せる場合には、細かい面に分割して多くの頂点を引数として定義する。また、各頂点には色、法線、テクスチャの情報が付けられ、高品質な表示を実現できることも知られている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】近年、3次元グラフィックスシステムに要求されてきているものに低価格化がある。PCの低価格化と高性能化に伴い、日経CG, No. 114, pp 124~137に紹介されているように、すでにプロ指向の3次元グラフィックスアプリケ

ションがPCへと移行し始めている。この動きに伴い、描画処理装置もPC対応に低価格化が望まれている。

【0006】3次元グラフィックスの1つのシーンは、複数の描画属性指定コマンドと描画要求コマンドの複雑な組み合わせで構成されている。極端にデータ長の違うコマンドが混在し、描画順序の保証などの制限もある。マルチプロセッサ構成の描画処理装置を備えた計算機において、描画処理装置の性能を十分に引き出しリアルタイム表示するためには、これら3次元グラフィックスプログラムから発行されるコマンドを、コマンドの内容や組み合わせを解析し、描画順序などの3次元グラフィックスの特性を維持しながら、負荷を均一にして分配制御することが必要となる。

【0007】従来の方式の中にも専用ハードウェアを用いて分配処理は行われているものがあるが、要求される3次元グラフィックスが高品質になるほどコマンド解析や分配制御は複数になり、その制御を実現するハードウェアが高価になるという問題が生じている。さらにデータ量の多いコマンドの場合は、配信による通信オーバヘッドや描画順序性を維持するために生じる待ち時間の問題もある。描画順序を守るために、あるコマンドの演算処理が終了しレンダリング処理に渡るまで、前記コマンドの後に発行されたコマンドは、他のプロセッサで演算処理が終了していてもレンダリング処理ができない。

【0008】低価格化の方法として、専用のハードウェアは用いず、マルチプロセッサのうちの1つに負荷分散制御を行なわせる方法があるが、負荷分散制御を行なうプロセッサは制御に時間を取られ、3次元描画処理があまり行なえず、プロセッサ数にあうスケーラブルな性能は出ないという問題が生じる。

【0009】本発明の目的は、マルチプロセッサに3次元グラフィックスのコマンド列を分配する制御において、専用ハードウェアで行なう負荷分散制御の軽量化しながら、効率良い負荷分散処理を実現する方法を提供することである。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】前述の課題を解決する手段として、ホストコンピュータからコマンドを描画処理装置に転送し、描画処理装置の複数の描画プロセッサで描画演算処理を行ないレンダリングハードウェアを介してディスプレイに表示する3次元グラフィックス処理装置において、ホストコンピュータにおいて、3次元グラフィックス描画プログラムから3次元グラフィックスコマンドを受け取り、3次元グラフィックスコマンドの性質を基に適した分配方法を決定し、決定した分配方法情報をコマンドに付加する手段と、分配方法情報を付加したコマンドを描画処理装置にバスを介し転送を行なう手段とを有し、描画処理装置の制御ハードウェアにおいて、受信したコマンドの分配情報を識別し、プロセッサの稼動状況と指定分配方法から最適なプロセッサを選択

し、描画プロセッサの入力 FIFO に分配する手段を有する。各描画演算プロセッサは入力 FIFO からコマンドを読み込んで演算処理を行なう。

【0011】さらに、描画演算プロセッサの入力 FIFO が受信可能なコマンド数を取得する手段を有し、前述のホストコンピュータで分配方法を決定する時に、数の多い頂点データを引数に持つコマンドの頂点データを分割し、複数のコマンドに分割生成し、前記描画演算プロセッサの入力 FIFO が受信可能なコマンド数と前記コマンドの分割方法とを基にコマンドの分配方法を決定し、分配方法情報をコマンドに付加する手段を有する。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明を適用した3次元グラフィックス並列処理装置の構成図である。ホストコンピュータ100は少なくとも入力装置110との接続部101と、プログラムの実行や制御を行なうCPU102、メモリ103、接続装置110とCPU102とをつなぐバス106、CPU102とメモリ103とをつなぐバス107、描画装置にコマンドを送るためのバス108とバス接続部104がある。描画処理装置120は少なくともホストコンピュータとのバス接続部121、コマンド入力 FIFO131とバスアービタ132と負荷分散制御部133を持つ制御ハードウェア130、入力 FIFO141、151と出力 FIFO142、152をそれぞれ持つ描画演算インターフェース部140、150、描画インターフェース部の入力 FIFO141とバスアービタ132とを接続するバス123、124、分配制御プロセッサ130から描画インターフェース部の入力 FIFO141、151にコマンドを転送するバス122、入力 FIFO141、151からコマンドを読み取り演算処理する描画演算プロセッサ160、170、演算処理後のコマンドを次の処理であるレンダリングハードウェア180に転送するための出力 FIFO142、152、出力 FIFO142、152からレンダリングハードウェア180にコマンドを転送するバス127、レンダリングハードウェアからディスプレイ190に画像を送るバス128がある。ホストコンピュータ100と描画処理装置120とはバス105でつながれている。本実施例では描画演算プロセッサを2個で説明するが、本発明は2個以上の構成すべてに適応可能である。

【0013】図2は図1の装置で実行される処理の概要図である。ホストコンピュータ100では処理200が動作する。処理入力装置110から3次元グラフィックス描画プログラムの実行を受け付け、メモリ103にある情報を元に3次元グラフィックス描画プログラム210をCPU102で実行する。CPU102では他にライブラリ220、OS230、OSの一部であり描画コマンドとのインターフェースを制御するドライバ231が動作する。3次元グラフィックス描画プログラム210

から発行されるコマンドはライブラリ220に渡る。ライブラリでは負荷分散処理1221を実行し、コマンド構成の解析を行ない、コマンドの種類が属性であるか、描画制御であるか、描画要求であるかを識別し、識別した種類に最適な描画装置のマルチプロセッサへの分配方法を決定して、コマンドに情報として付加する。コマンドと前記決定した分配方法情報を用い1つのハードウェアコマンド240を生成し、ドライバ231を介して描画処理装置120に転送する。コマンド解析時に、数の多い頂点列データを引数を持つコマンドを検出した場合には、描画演算プロセッサの入力 FIFOが受信可能なコマンド数を取得するインターフェースを用いコマンド数を取得して記憶し、頂点データを分割して複数のコマンドを生成する。前述手段で生成した分割コマンドに対し、前記記憶したコマンド数を元に、タイミングにあわせて異なる分配方法を選択する。また、描画属性コマンドのうち頂点データに定義される描画属性についてはコマンド発行履歴の状態遷移を管理し、属性をキャッシュバッファに保存し、前記属性を用いる頂点データを引数とした描画コマンドを識別した時に前記描画コマンドに付加して転送する。ホストコンピュータでの処理200は、描画処理装置にコマンドを転送すると、転送したコマンドに対する処理結果を待たずに次のコマンド処理を開始する。

【0014】ホストコンピュータ100のドライバ231からバス105を介して転送したハードウェアコマンド240は、制御ハードウェア130のFIFO131で受信する。描画演算プロセッサへの負荷分散制御部260の負荷分散処理11261は、FIFO131からコマンドを読み出して解析し、分配方法を識別する。また、バスアービタ132を用いて管理している描画プロセッサの入力 FIFO141、151の空き状態情報を参照し、分配方法に合う空いているFIFOにコマンドを転送する。両方のFIFOが空いていて、1つの描画演算プロセッサにだけ送る分配制御であれば、ラウンドロビンアルゴリズムに従っていずれか一方の描画演算プロセッサに転送する。また、両方のFIFOが空き余裕状態にない場合には、いずれかが空き余裕状態になるのを待って転送を行なう。コマンドが両方の入力 FIFOに同時に転送する必要がある場合には、両方のFIFOが空き余裕状態であることを確認して同時に転送する。負荷分散処理11261では、1つ前のコマンドを転送した描画演算プロセッサ識別子情報262をレジスタに格納し、次の分配先描画演算プロセッサを決定する際に参照する。描画演算プロセッサは入力 FIFO141、151からコマンドを読み出し、描画演算処理270、271において、座標変換処理、クリッピングなどのジオメトリ演算処理を行なう。描画演算処理270、271の演算結果は描画コマンドとして対応する出力 FIFO142、152からバス127を介して読み出し、次

の処理であるレンダリングハードウェア180のレンダリング処理部270に渡す。コマンドの描画順序は、描画要求コマンドに順序情報を付加することで維持する。レンダリング処理部270で生成された画像はディスプレイ190へバス128を介して転送し画面に表示する。

【0015】本説明で触れた前期コマンドの処理におけるコマンドの種類と分配方法についてでは、図3～図6で説明する。ハードウェアコマンド240の構成については、図7で説明する。数の多い頂点データ列を引数とした描画コマンドの分割方法については、図8で説明する。

【0016】図3～6はコマンドの種類と分配方法を示した図である。図1に示した本実施例は描画演算プロセッサは2個であるが、図3～6では他の転送方法と区別するため、4個の描画演算プロセッサでの例を示す。

【0017】図3は描画属性コマンドの分配方法であるブロードキャスト分配を示したものである。描画要求コマンドには3次元描画要求コマンド、2次元描画要求コマンド、イメージ描画要求コマンドなどがあり、一度定義した描画属性は、何度も異なる描画要求コマンドに使われることが多い。従っていずれの描画演算プロセッサでも描画要求コマンドを処理できる様に、描画属性はすべての描画演算プロセッサにブロードキャスト分配する。ブロードキャスト分配を情報として付加したコマンド301は、描画処理装置の負荷分散制御部130の負荷分散処理11261により描画演算プロセッサ160、170、302、303に転送する。

【0018】図4は前のコマンドを転送した描画演算プロセッサとは別の描画演算プロセッサにコマンドを分配するための、コマンドスイッチ転送方法である。コマンドスイッチ分配を情報として付加したコマンド400は、前のコマンドが描画演算プロセッサ160で処理した場合、描画処理装置の負荷分散制御部130の負荷分散処理11261において、記憶している1つ前のコマンドを転送した描画演算プロセッサ識別情報262を参照し、前記識別子の描画演算プロセッサとは異なる描画演算プロセッサのうちコマンドを受け取ることができる描画演算プロセッサ、例えば描画演算プロセッサ170に転送する。コマンドスイッチ分配は、主に数の少ないデータを引数を持つ2次元・3次元描画要求コマンドの分配に使う。

【0019】図5は前のコマンドを転送した描画演算プロセッサと同じ描画演算プロセッサにコマンドを分配する、コマンドコンティニュ転送方法である。コマンドコンティニュ分配を情報として付加したコマンド500は、前のコマンドが描画演算プロセッサ160で処理した場合、描画処理装置の負荷分散制御部130の負荷分散処理11261において、記憶している1つ前のコマンドを転送した描画演算プロセッサ識別情報262を参

照し、前記識別子の描画演算プロセッサと同じ描画演算プロセッサ160に転送する。コマンドコンティニュ分配は主にイメージ処理コマンドの転送に使う。

【0020】図6は2つの描画演算プロセッサに同じコマンドを分配する場合に使用するオーバラップ転送方法である。オーバラップ分配を情報として付加したコマンド600は前のコマンドが描画演算プロセッサ160で処理した場合、描画処理装置の負荷分散制御部130の負荷分散処理I1261において、記憶している1つ前のコマンドを転送した描画演算プロセッサ識別情報262を参照し、前記識別子の描画演算プロセッサと同じ描画演算プロセッサ160と、描画演算プロセッサ160以外でコマンドを受け取ることができる描画演算プロセッサ、例えば描画演算プロセッサ170に転送する。オーバラップ分配はコマンドスイッチ転送、コマンドコンティニュ転送とともに、数の多い頂点データ列を引数として持つコマンドを分割して転送する場合に、主に使用する。詳細は図8で説明する。

【0021】図7はホストコンピュータ100から描画処理装置120へ転送するハードウェアコマンドの構成図である。ハードウェアコマンド700は、本実施例では64ビットで構成する。ハードウェアコマンド700が持つ情報には、本コマンドが描画コマンドであるか否かを示す情報711、本コマンドがコマンドコンティニュで分配されるか否かを示す情報712、本コマンドがブロードキャストで分配されるか否かを示す情報713、本コマンドがオーバラップで分配されるか否かを示す情報714、本コマンドがコマンドスイッチで分配されるか否かを示す情報715、データ長を示す情報720、処理順序を示す情報730、転送先描画演算プロセッサの識別情報731、コマンド情報740、リザーブエリア716、732がある。負荷分散制御部130の負荷分散処理I1261では、描画コマンドかを示す情報711が1であれば、本コマンドを描画コマンドとして識別し処理を開始する。分配方法情報712～715は必ずいずれか1つが1であり、1である分配方法に従って対象コマンドの分配処理を行なう。転送先描画演算プロセッサ情報731は負荷分散処理I1261において描画演算プロセッサの識別情報を格納する。オーバラップ分配の時は1つ前のコマンドを転送した描画演算プロセッサ識別子を、他の分配では対象コマンドを転送する描画演算プロセッサ識別子を設定する。処理順序情報730は負荷分散処理I1261において設定されるシーケンス情報である。リザーブエリア716、730は将来の拡張として使用する。

【0022】図8は数の多い頂点列データを引数を持つコマンドの分割転送の方法を示したものである。3次元の球や曲面を描く場合には、描画要求コマンドに面を構成する頂点データ列が引数として定義されている。頂点データ列800を複数のデータ列に分割する場合、例え

ば頂点データ801と頂点データ802で単純に分割すると面810、811を描くことができなくなる。面810と面811を描くためにまず、任意数の頂点データ列820を引数としたコマンド830を任意の1つの描画演算プロセッサ160へ転送（コマンドスイッチ転送）する。本実施例では12頂点としている。負荷分散分配制御部130では前のコマンドを送った描画演算プロセッサの識別情報を記憶しておく、次の12頂点データ列821を引数としたコマンド831も同じ描画演算プロセッサ160へ転送（コマンドコンティニュ転送）する。同じ描画演算プロセッサへの連続転送は、描画演算プロセッサの入力FIFOが受け取ることができるコマンドの数を考慮した数だけ行なう。前記入力FIFOの受信可能なコマンド数は問い合わせのインターフェースを設け、前記インターフェースを用いて3次元描画処理実行開始時に取得しメモリに記憶しておく。本実施例では入力FIFOが受け取ることができるコマンドの数より1つ少ない数までのコマンド832を同じプロセッサ160へ連続転送する。さらに頂点データが残っている場合には、次の2頂点データ列801、802を重複する頂点データ列とし、2頂点データ列823を引数としたコマンド833を、1つ前のコマンド832を転送したプロセッサ160と、もう1つの任意プロセッサ170の2つのプロセッサへ転送（オーバラップ転送）する。この時負荷分散処理I1261では、2つの描画演算プロセッサに送るコマンドに1つ前のコマンドを転送した描画演算プロセッサの識別子情報を格納する。受け取った描画演算プロセッサは、前記識別子情報が同じ識別子ならば連続した頂点列の描画が終了することを識別でき、別の識別子ならば、以後連続した頂点列の描画が来る事が識別できる。負荷分散制御部130では、コマンド833を転送した2つのプロセッサ160、170のうち2つ前のコマンド832を転送していない描画演算プロセッサ170を記憶しておく、次の12頂点データ列824を引数としたコマンド834は、記憶した描画演算プロセッサ170へ転送（コマンドスイッチ転送）する。前述のコマンドスイッチ転送、コマンドコンティニュ転送、オーバラップ転送を繰り返し、数の多い頂点データを引数に持つコマンドの分割転送を実現する。

【0023】次に、コマンドの処理に沿って、負荷分散処理について具体的に説明する。

【0024】図9はホストコンピュータ側のライブラリでの負荷分散処理の流れ図である。ライブラリでの負荷分散処理は、3次元グラフィックス描画プログラムからコマンド（901）を受け取り、種類を識別する（902）。コマンドの種類が描画属性ならば、属性が頂点データに有効な属性かを判断する（903）。頂点データに有効な属性であれば、バッファに格納する（904）。頂点データに関係ない属性であれば、分配方法としてブロードキャストを選択し（905）、分配方法情

報とコマンド情報からハードウェアコマンドを作成し（906）、ドライバに転送し（907）、次のコマンドの処理に移る。コマンドの種類が描画要求の場合は、描画要求が有効であるかを識別する（908）。識別方法として、後述する描画の開始／終了の制御の場合に設定する描画要求フラグを参照する。描画要求フラグが1でなければ次のコマンドの処理に移る。1であれば描画内容を識別する（909）。3次元描画要求のうち頂点指定のコマンドであれば、頂点分割の処理A（910）を行なう。この処理の説明は図10を用いて後述する。他の3次元描画と2次元描画の要求の場合は、分配方法としてコマンドスイッチを選択し（911）、分配方法情報とコマンド情報からハードウェアコマンドを作成し（912）、ドライバに転送し（913）、次のコマンドの処理に移る。描画内容がイメージの場合には、最初の転送では分配方法としてコマンドスイッチを選択し（914）、任意バイト数（図では24バイトと表記）のデータを引数とするハードウェアコマンドを生成し（915）、ドライバに転送する（916）。次の分配方法はコマンドコンティニュを選択し（917）、全体のデータ数から転送したデータ数を引いた値が24バイトよりも大きい間、前の転送と同じく24バイトのデータを引数とするハードウェアコマンドを生成し（915）、ドライバに転送する（916）という一連の処理を繰り返す。データ数の残りが24バイトよりも小さい時には、残りのデータを引数とするハードウェアコマンドを生成し（919）、ドライバに転送する（920）。コマンドの種類が描画の開始／終了の制御の場合（921）、描画開始ならば描画要求フラグを1にし描画終了ならば0に設定し（922）、分配方法としてブロードキャストを選択し（923）、分配方法情報とコマンド情報からハードウェアコマンドを作成し（924）、ドライバに転送し（925）、次のコマンドの処理に移る。この描画要求フラグは初期値は0である。前述以外の処理の場合は対応する処理を行なう（926）。

【0025】図10は、頂点指定の描画コマンドの場合の頂点分割の処理の流れである。引数として持つ頂点データの数を識別し（1001）、12個以上であるならば分割処理に用いる終了フラグ、カウンタ、スイッチフラグ、頂点数、分配方法の情報の初期化を行なう（1002）。頂点数は12、分配方法は初回の転送に適したコマンドスイッチとする。次に属性を格納しているバッファに対象属性があるかを識別し（1003）、あればコマンドに付加する（1004）。初期値の分配方法と頂点数分のデータを持つコマンドからハードウェアコマンドを生成し（1005）、ドライバに転送する（1006）。次に終了フラグが1かを識別し（1007）、0であればカウンタをインクリメントする（1008）。残りの頂点数が12よりも大きいかを識別し

（1009）、大きければ次に、転送先であるプロセッサの入力FIFOが受信可能なコマンド数から1を引いた値がカウンタの値よりも大きいかを識別する（1010）。大きい場合には、スイッチフラグが1かを識別し（1011）、0であれば分配方法としてコマンドコンティニュを選択し（1012）、転送する頂点数を12に設定して（1013）、ハードウェアコマンド生成と転送の処理（1003～1006）を行なう。転送先であるプロセッサの入力FIFOが受信可能なコマンド数から1を引いた値がカウンタの値よりも小さい場合には、分配方法としてオーバラップを選択する（1014）。頂点数を2に設定し（1015）、カウンタを0に、スイッチフラグを1に設定し（1016）、ハードウェアコマンド生成と転送の処理（1003～1006）を行なう。オーバラップを指定した直後はスイッチフラグは1なので、残りの頂点データが12個以上あれば、分配方法はコマンドスイッチを選択し、スイッチフラグを0にする（1017）。頂点数が12個以下の場合も同様で、スイッチフラグが1か、すなわちオーバラップの直後かを識別し（1018）、0ならば分配方法はコマンドコンティニュを選択し（1019）、1ならば分配方法はコマンドスイッチを選択する（1020）。頂点数に残りのデータ数を設定し（1021）、終了フラグに1を設定し（1022）、ハードウェアコマンド生成と転送の処理（1003～1006）を行なう。その後、終了フラグの比較（1007）により、処理を終了する。頂点数が初めから12個以下の場合にも、前記残りのデータ数が12個以下の場合と同じ処理（1018～1022、1003～1007）を行なつて終了する。

【0026】図11は、制御ハードウェアでの負荷分散処理の流れである。ホストコンピュータから転送したコマンドを入力FIFOから読み込む（1101）。読み込んだコマンドが描画コマンドかを識別し（1102）、描画コマンドでなければ対応する処理を行なって（1103）、再度コマンドを読みに行く。コマンドが描画コマンドであれば、コマンドから分配情報を検出する（1104）。分配方法がブロードキャストかを識別し（1105）、ブロードキャストであればすべての描画演算プロセッサの入力FIFOが空き状態になるまで待って転送する（1106）。分配方法がブロードキャストでない場合にはまず、1つ前のコマンドをコマンドを転送した描画演算プロセッサの識別子情報を得る（1107）。描画順序を維持するための情報をコマンドに付加する（1108）。分配方法を判定し（1109）、コマンドスイッチならば空き入力FIFOを持つ描画演算プロセッサを検出し（1110）、1つ前のコマンドを転送したものと異なる描画演算プロセッサを転送先描画演算プロセッサとして選択し（1111）、転送先描画演算プロセッサ識別子をコマンドに設定し（1

112)、コマンドを転送する(1113)。分配方法がコマンドコンティニュならば、前のと同じ描画演算プロセッサの入力FIFOが空き状態になるのを待って(1114)、転送先描画演算プロセッサ識別子をコマンドに設定し(1112)、コマンドを転送する(1113)。分配方法がオーバラップであるならば、空き入力FIFOを持つ描画演算プロセッサを検出し(1115)、1つ前のコマンドを転送した描画演算プロセッサと、他にもう1つ描画演算プロセッサを転送先に選択し(1116)、いずれの描画演算プロセッサに送るコマンドにも転送先として1つ前のコマンドを転送したプロセッサの識別子を設定し(1117)、2つの描画演算プロセッサに転送する(1118)。

#### 【0027】

【発明の効果】本発明である分散方法情報をコマンドに付加する方式を用いれば、ホストコンピュータと描画処理装置に分けた2段階の負荷分散が可能となり、負荷分散の2段階化により、描画処理装置のハードウェアで行なう分配制御の軽量化が図れ、低価格のハードウェアで実現できる。

【0028】さらに、2段階に分けた負荷分散処理を並列に動作することにより、負荷分散制御のオーバヘッドを削減できる。

【0029】また数の多い頂点データを持つコマンドは、

本発明である分割とFIFOで受信可能なコマンド数を考慮しタイミングに適した分配方法を探ることにより、プロセッサの稼働率を向上することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本特許を適用したシステム構成図

【図2】本特許を適用したシステムの処理概要図

【図3】ブロードキャスト分配方式

【図4】コマンドスイッチ分配方式

【図5】コマンドコンティニュ分配方式

【図6】オーバラップ分配方式

【図7】ハードウェアコマンド構成

【図8】コマンド分割方式

【図9】ライブラリでの負荷分散処理の流れ図1

【図10】ライブラリでの負荷分散処理の流れ図2

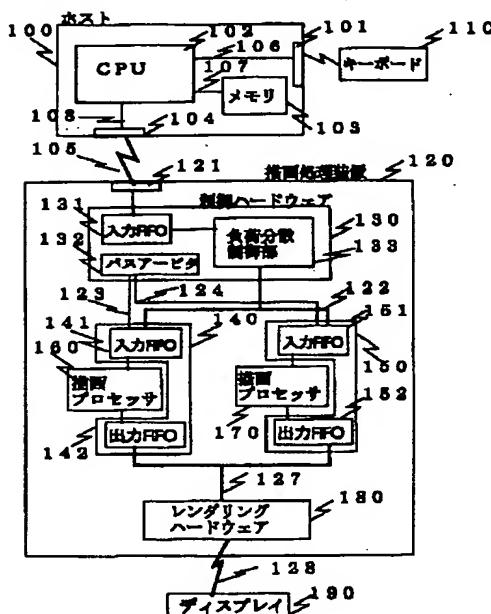
【図11】制御ハードウェアの負荷分散処理の流れ図

#### 【符号の説明】

100: ホストコンピュータ、102: CPU、105: 接続バス、110: 入力装置、120: 描画処理装置、130: 制御ハードウェア、140, 150: インタフェース部、160, 170: 描画演算プロセッサ、180: レンダリングハードウェア、190: ディスプレイ、221: ホストコンピュータ側の負荷分散処理、261: 描画処理装置側の負荷分散処理、240: ハードウェアコマンド

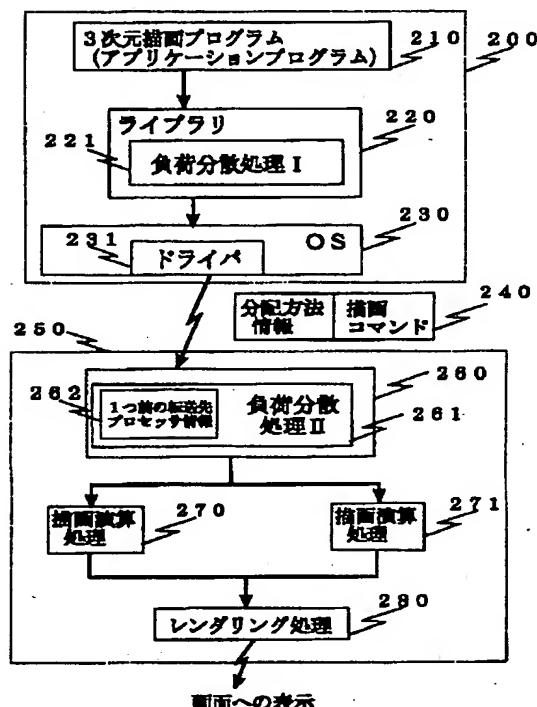
【図1】

図1



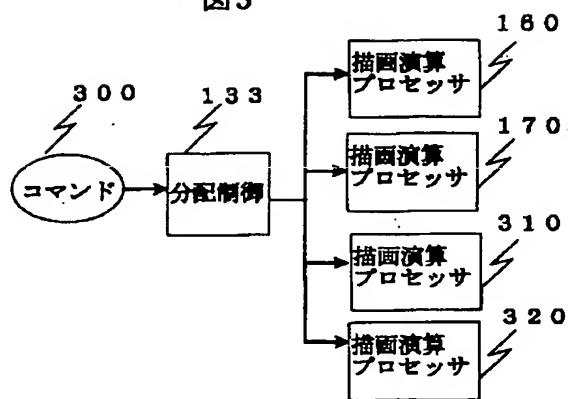
【図2】

図2



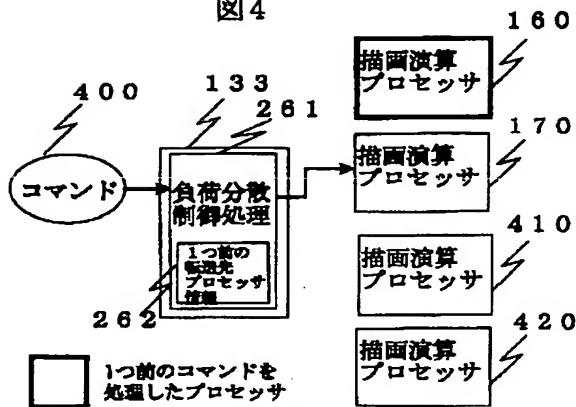
【図3】

図3



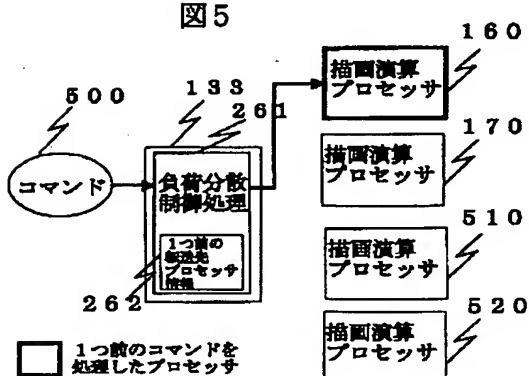
【図4】

図4



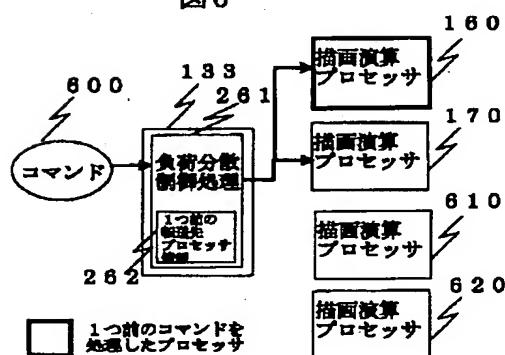
【図5】

図5



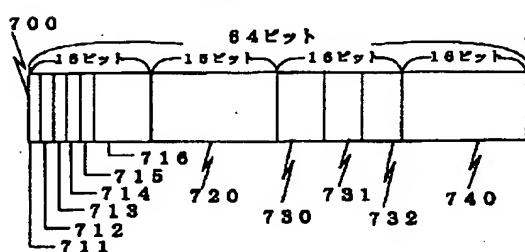
【図6】

図6



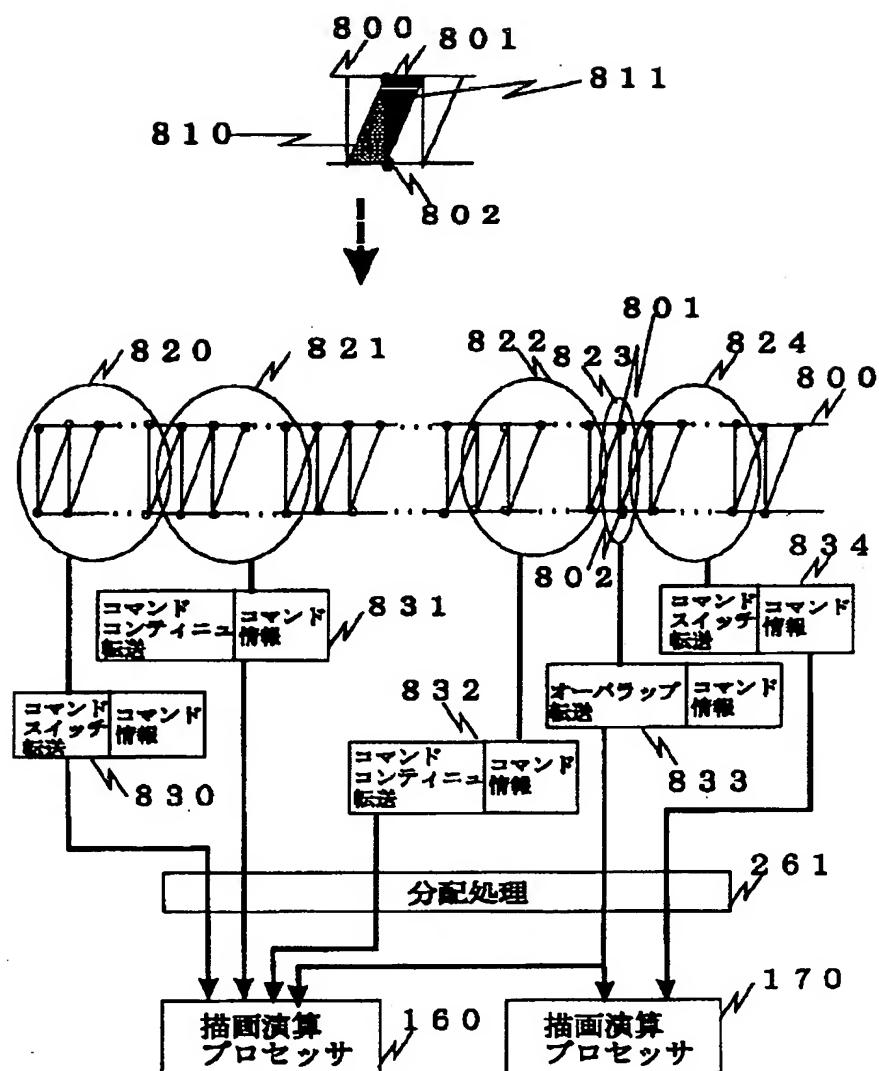
【図7】

図7



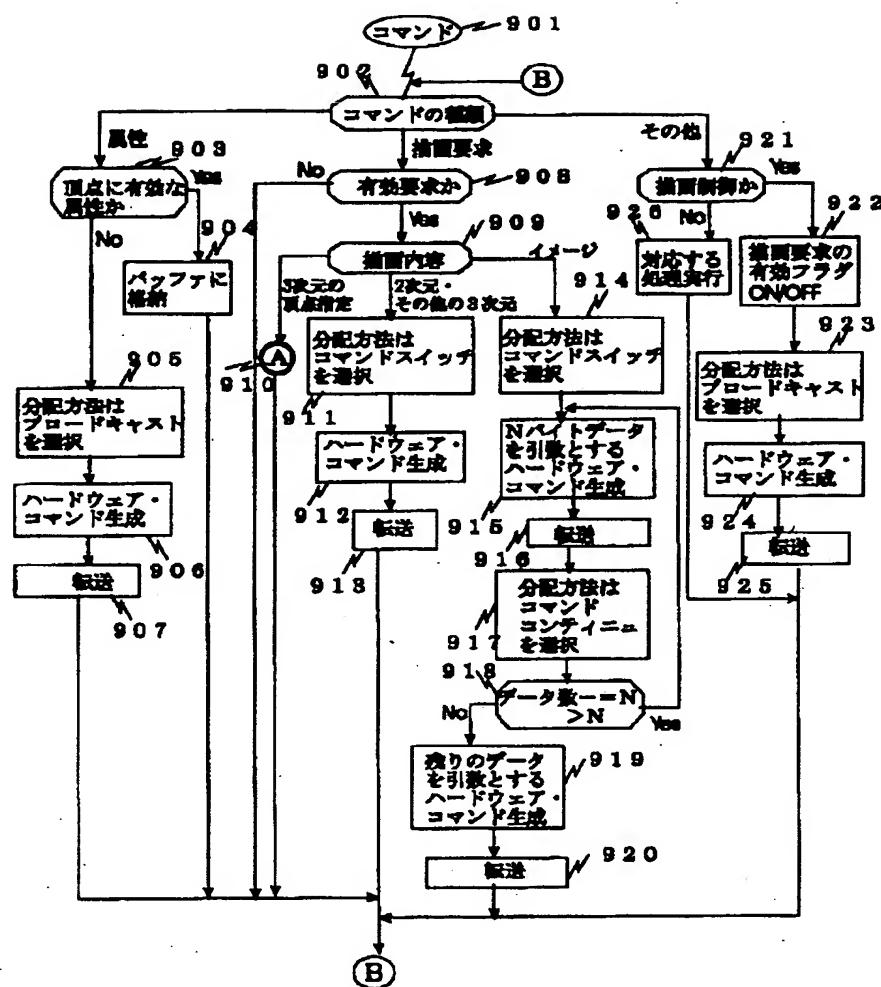
【図8】

図8



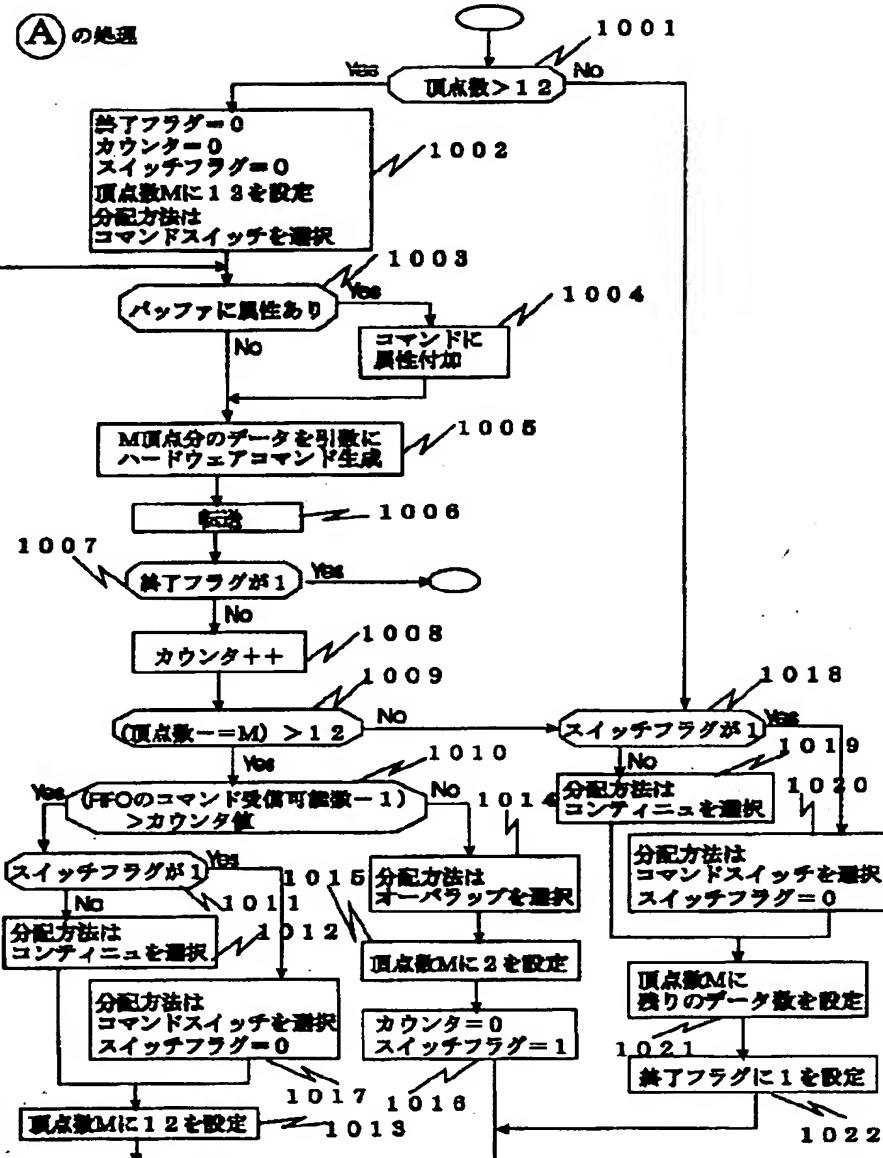
【図9】

図9



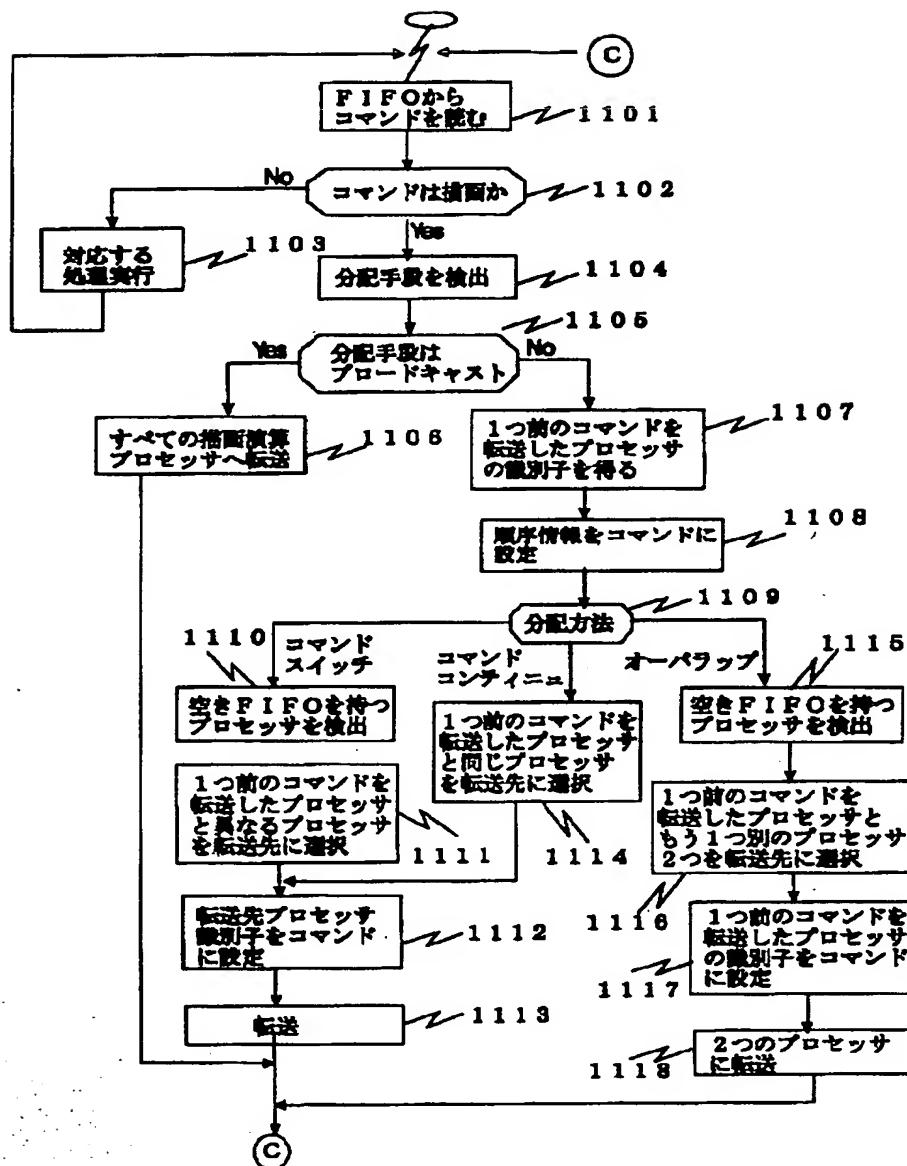
【図10】

図10



【図11】

図11



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 09 G 5/36

識別記号

530

F I

G 06 F 15/72

450 A

(72) 発明者 藤井 秀樹

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株  
式会社日立製作所大みか工場内